

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 8 5 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 3 8 5 3]

出 願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 TD04319

【提出日】 平成14年10月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 05/107

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

 【氏名】 福永 達也

【特許出願人】

 【識別番号】 000003067

 【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100109656

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

 【識別番号】 100098785

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019482

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波モジュール、ならびにモード変換構造および方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 TEMモードの電磁波を伝搬する第 1 の導波路と、

この第 1 の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第 2 の導波路と

を備え、

前記第 2 の導波路は、互いに対向する少なくとも 2 層のグランド電極と、少なくとも 2 層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するようになされており、

前記第 1 の導波路が、前記グランド電極の積層方向に延在し、その端部が、前記積層方向側から、前記第 2 の導波路のグランド電極のひとつに直接導通され、

かつ、前記第 1 の導波路と前記第 2 の導波路とが、前記第 1 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と前記第 2 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、前記第 2 の導波路の H 面において磁界結合されている

ことを特徴とする高周波モジュール。

【請求項 2】 前記第 2 の導波路は、TEモードの電磁波を伝搬するものである

ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波モジュール。

【請求項 3】 前記第 1 の導波路と前記第 2 の導波路との結合部分において、前記グランド電極に部分的に電極を切り欠いた窓が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波モジュール。

【請求項 4】 前記第 2 の導波路は、電磁波を異なる方向に伝搬する複数の伝搬領域を有した構造となっており、

前記第 1 の導波路の端部が、前記第 2 の導波路における複数の伝搬領域の境界部分において磁界結合されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波モジュール。

【請求項 5】 前記第 1 の導波路を伝搬した電磁波が、前記第 2 の導波路における複数の伝搬領域に分岐して伝搬されるように、前記第 1 の導波路の端部が

、前記第 2 の導波路における複数の伝搬領域の境界部分において磁界結合されている

ことを特徴とする請求項 4 記載の高周波モジュール。

【請求項 6】 前記第 2 の導波路は、多重モードで電磁波を伝搬するものである

ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波モジュール。

【請求項 7】 TEMモードの電磁波を伝搬する第 1 の導波路と、この第 1 の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第 2 の導波路との異なる導波路間におけるモード変換を行うためのモード変換構造であって、

前記第 2 の導波路は、互いに対向する少なくとも 2 層のグランド電極と、少なくとも 2 層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するようになされており、

前記第 1 の導波路が、前記グランド電極の積層方向に延在し、その端部が、前記積層方向側から、前記第 2 の導波路のグランド電極のひとつに直接導通され、

かつ、前記第 1 の導波路と前記第 2 の導波路とが、前記第 1 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と前記第 2 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、前記第 2 の導波路の H 面において磁界結合されていることにより、モード変換がなされている

ことを特徴とするモード変換構造。

【請求項 8】 TEMモードの電磁波を伝搬する第 1 の導波路と、この第 1 の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第 2 の導波路とを備え、前記第 2 の導波路が、互いに対向する少なくとも 2 層のグランド電極と、少なくとも 2 層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するように構成されている構造物におけるモード変換方法であって、

前記第 1 の導波路を、前記グランド電極の積層方向に延在し、その端部を、前記積層方向側から、前記第 2 の導波路のグランド電極のひとつに直接導通し、

かつ、前記第 1 の導波路と前記第 2 の導波路とを、前記第 1 の導波路に伝搬さ

れる電磁波の磁界の方向と前記第 2 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、前記第 2 の導波路の H 面において磁界結合することにより、モード変換を行う

ことを特徴とするモード変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロ波またはミリ波などの高周波帯域の信号の伝搬に用いられる高周波モジュール、ならびに異なる導波路間でのモード変換を行うためのモード変換構造および方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波信号を伝送するための伝送路としては、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、同軸線路、導波管、および誘電体導波管などが知られている。これらはまた、高周波用の共振器およびフィルタを構成するものとして知られている。また、これら高周波用の構成要素をモジュール化したものとしては、MMIC（モノリシックマイクロ波集積回路）などがある。以下、高周波用の伝送路およびフィルタなどを構成するマイクロストリップ線路、および導波管などを総称して、導波路と呼ぶ。

【0 0 0 3】

ここで、導波路における電磁波の伝搬モードについて説明する。図 1 8 (A) , (B) は、矩形導波管における TE モード (TE₁₀モード) と呼ばれる状態での電界分布 (同図 (A)) と磁界分布 (同図 (B)) とを示している。図 1 8 (A) , (B) において、断面 S 1 ~ S 5 の位置はそれぞれ対応している。また図 1 9 には、断面 S 1 における電磁界分布を示す。これらの図に示したように、断面方向にのみ電界成分があり、電磁波の進行方向 (管軸方向) Z には電界成分が存在しないような状態を「TE モード」と呼ぶ。

【0 0 0 4】

また、図 2 0 (A) , (B) は、TM モード (TM₁₁モード) と呼ばれる状態

での電磁界分布を示している。図 20 (A) は、管軸方向 Z に直交する X Y 断面内での電磁界分布を示し、図 20 (B) は、側面の Y Z 断面内での電磁界分布を示している。これらの図に示したように、断面方向にのみ磁界成分があり、電磁波の進行方向 Z には磁界成分が存在しないような状態を「TMモード」と呼ぶ。

【0005】

なお、これら各モードにおいて、電界 E に平行な面は「E面」、磁界 H に平行な面は「H面」と呼ばれる。図 18 (A), (B) の TE モードの例では、X Y 平面に平行な面が E 面、X Z 平面に平行な面が H 面となる。

【0006】

一方、図 21 (A), (B) に示したマイクロストリップ線路および同軸線路などにおいては、TEMモードと呼ばれる状態が存在する。ここで、マイクロストリップ線路とは、図 21 (A) に示したように、誘電体 102 を挟んでグラウンド（接地）導体 101 と、線路状の導体よりなる線路パターン 103 とを対向配置したものである。同軸線路は、図 21 (B) に示したように、中心導体 111 の周囲を円筒状のグラウンド導体 112 によって取り囲んだものである。

【0007】

図 22 (A), (B) は、それぞれマイクロストリップ線路および同軸線路における TEM モードでの電磁界分布を示している。これらの図に示したように、電界成分と磁界成分の双方が断面内にのみ存在し、電磁波の進行方向 Z にはそれらの成分が存在しないような状態を「TEMモード」と呼ぶ。

【0008】

ところで、複数の導波路を有する高周波モジュールにおいては、各導波路を相互接続する構造が必要となる。特に、異なるモードの導波路を接続する場合には、各導波路間でモード変換を行うための構造が必要とされる。

【0009】

従来、マイクロストリップ線路と導波管とを接続する構造としては、例えば、図 23 に示したように、管路中央にリッジ部 121 を設けたいわゆるリッジ導波管の構成にする方法が知られている。マイクロストリップ線路の線路パターン 103 は、リッジ部 121 が設けられている部分に挿入される。この場合、マイク

ロストリップ線路がTEMモード、リッジ導波管がTEモードであるものとする
と、マイクロストリップ線路における電界分布は、図24(A)、リッジ部12
1における電界分布は、図24(B)に示したようになる。接続部分において、
双方の電界分布を合わせることにより、マイクロストリップ線路とリッジ導波管
との間で、モード変換が行われる。

【0010】

ところで最近では、多層構造の配線基板内に、積層技術によって誘電体導波管
線路を形成したものが知られている。これは、誘電体を挟んで積層された複数の
グラウンド導体と、内面がメタライズされ、グラウンド導体間を導通するようになさ
れたスルーホールとを備え、これらグラウンド導体とスルーホールとで囲まれた領
域内で電磁波を伝搬するようにしたものである。この多層構造の導波管をマイク
ロストリップ線路に接続する構造としては、例えば以下の特許文献1に記載され
たものがある。この特許文献1に記載された構造は、基本的にリッジ導波管を用
いた構造と同様であり、導波路の中央部にスルーホールを用いて階段状に擬似的
なりッジ部を形成している。

【0011】

そのほか、異なる種類の導波路を接続する構造としては、誘電体共振器におけ
る底辺の端部に入出力端子電極を備え、この入出力端子電極をプリント基板上の
線路パターンに結合する例もある（特許文献2）。

【0012】

【特許文献1】

特開 2000-216605号公報

【特許文献2】

特開 2002-135003号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

このように、異なる導波路を接続する構造は従来よりいくつか知られているが
、その一方で、多層構造の導波管については比較的最近の技術であり、異種導波
路との接続構造に関して、まだ開発が不十分なところがある。特に、TEMモー

ドの導波路と多層構造の導波管とを接続する場合において、それらの間のモード変換を適切に行うための変換構造については、改善の余地がある。

【0014】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、複数の導波路間において、TEMモードとその他のモードとのモード変換を良好に行うことができる高周波モジュール、ならびにモード変換構造および方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明による高周波モジュールは、TEMモードの電磁波を伝搬する第1の導波路と、この第1の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第2の導波路とを備えている。第2の導波路は、互いに対向する少なくとも2層のグランド電極と、少なくとも2層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するようになされている。第1の導波路は、グランド電極の積層方向に延在し、その端部が、積層方向側から、第2の導波路のグランド電極のひとつに直接導通されている。また、第1の導波路と第2の導波路とが、第1の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と第2の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、第2の導波路のH面において磁界結合されている。

【0016】

本発明によるモード変換構造は、TEMモードの電磁波を伝搬する第1の導波路と、この第1の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第2の導波路との異なる導波路間におけるモード変換を行うためのモード変換構造であって、第2の導波路は、互いに対向する少なくとも2層のグランド電極と、少なくとも2層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するようになされており、第1の導波路が、グランド電極の積層方向に延在し、その端部が、積層方向側から、第2の導波路のグランド電極のひとつに直接導通され、かつ、第1の導波路と第2の導波路とが、第1の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と第2の導波路に伝

搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、第2の導波路のH面において磁界結合されていることにより、モード変換がなされているものである。

【0017】

本発明によるモード変換方法は、TEMモードの電磁波を伝搬する第1の導波路と、この第1の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第2の導波路とを備え、第2の導波路が、互いに対向する少なくとも2層のグランド電極と、少なくとも2層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域を有し、その領域内を電磁波が伝搬するように構成されている構造物におけるモード変換方法であって、第1の導波路を、グランド電極の積層方向に延在し、その端部を、積層方向側から、第2の導波路のグランド電極のひとつに直接導通し、かつ、第1の導波路と第2の導波路とを、第1の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と第2の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、第2の導波路のH面において磁界結合することにより、モード変換を行うようにしたものである。

【0018】

本発明による高周波モジュール、ならびにモード変換構造および方法では、第1の導波路にTEMモードの電磁波が伝搬される。第2の導波路では、互いに対向する少なくとも2層のグランド電極と、少なくとも2層のグランド電極間を導通する導通体とにより囲まれた領域内を、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波が伝搬される。第1の導波路の端部は、グランド電極の積層方向側から、第2の導波路のグランド電極のひとつに直接導通される。そして、第1の導波路と第2の導波路とが、第1の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と第2の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、第2の導波路のH面において磁界結合される。これにより、第1の導波路と第2の導波路との接続部分において、TEMモードと他のモードとのモード変換が行われる。

【0019】

本発明による高周波モジュールにおいて、第1の導波路と第2の導波路との結合部分において、グランド電極に部分的に電極を切り欠いた窓を設けるような構成にしても良い。

【0020】

また本発明による高周波モジュールにおいて、第2の導波路が、電磁波を異なる方向に伝搬する複数の伝搬領域を有した構造となっており、第1の導波路の端部が、第2の導波路における複数の伝搬領域の境界部分において磁界結合されている構成にすることもできる。

【0021】

この場合、第1の導波路を伝搬した電磁波が、第2の導波路における複数の伝搬領域に分岐して伝搬されるように、第1の導波路の端部が、第2の導波路における複数の伝搬領域の境界部分において磁界結合されている構成にすることもできる。

【0022】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0023】

図1～図3は、本発明の一実施の形態に係る高周波モジュールの第1の構成例を示している。図1は、図2および図3のAA線部分の断面に対応する。図3では、図面の簡略化のため、最上層の厚みを省略し、ハッチングを施している。この高周波モジュールは、TEMモードと他のモードとの変換構造を有しており、例えば高周波信号用の伝送路およびフィルタなどに使用することができる。この高周波モジュールは、TEMモードの電磁波を伝搬可能な導波路（以下、TEM導波路という。）10と、このTEM導波路10に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する多層構造の導波管型導波路20とを備えている。この構成例において、TEM導波路10は、本発明における「第2の導波路」の一具体例に対応し、導波管型導波路20は、本発明における「第2の導波路」の一具体例に対応する。

【0024】

導波管型導波路20は、誘電体基板12を挟んで互いに対向するグランド電極21、23と、これらグランド電極21、23間を導通する導通体としての複数のスルーホール22とを有している。導波管型導波路20では、それらグランド

電極 21, 23 とスルーホール 22 とにより囲まれた領域内を、例えば図の S 方向に電磁波が伝搬するようになっている。なお、導波管型導波路 20 は、その電磁波の伝搬領域が誘電体で満たされた誘電体導波管の構成であっても良いし、内部を空洞にしたキャビティ導波管の構成であっても良い。スルーホール 22 は、伝搬される電磁波が漏れ出さないよう、所定値以下（例えば信号波長の $1/4$ 以下）の間隔で設けられている。スルーホール 22 の内面は、メタライズされている。スルーホール 22 の断面形状は、円形に限らず、多角形または楕円等、他の形状であっても良い。

【0025】

導波管型導波路 20 において、TEM 導波路 10 との接続位置 P1 付近には、TEM 導波路 10 との結合調整用の結合窓 11 が設けられている。図の例では、上側のグランド電極 23 に結合窓 11 を設け、TEM 導波路 10 をその周辺に結合するようにしている。結合窓 11 は、グランド電極 23 を部分的に、例えば矩形状に切り欠いて形成されている。なお、結合窓 11 を下側のグランド電極 21 に設け、TEM 導波路 10 を下側のグランド電極 21 側に結合するようにしても良い。また、接続位置 P1 を、結合窓 11 に対し図示した位置とは反対側（対称位置側）に設けるようにしても良い。すなわち、図の例では、結合窓 11 から見て接続位置 P1 が導波管型導波路 20 の内側寄りに設けられているが、結合窓 11 から見て外側（周辺側）寄りに設けられていても良い。

【0026】

TEM 導波路 10 は、例えばマイクロストリップ線路、または同軸線路などの導波路であり、TEM モードの電磁波を伝搬可能であれば、特に限定されるものではない。TEM 導波路 10 は、導波管型導波路 20 のグランド電極 21, 23 の積層方向（Y 方向）に延在し、その端部が、積層方向側から、ひとつのグランド電極 23 に直接的に接続され、導通されている。また、TEM 導波路 10 は、導波管型導波路 20 の H 面（磁界に平行な面）において磁界結合されている。なお、導波管型導波路 20 が TE モードで、電磁波の進行方向 S が図 1 の Z 方向のとき、導波管型導波路 20 の H 面は図の XZ 平面に平行な面となる。

【0027】

この高周波モジュールにおいて、TEM導波路10と導波管型導波路20との接続部およびその近傍におけるH面内での磁界分布は、概略図3に示したようになる。TEM導波路10は、TEMモードであるからその磁界分布は、TEM導波路10の周囲に環状に分布している。しかし、接続部近傍においては、端部がグランド電極23に導通されているので、TEM導波路10の磁界H1は、主に接続部周辺に設けられた結合窓11付近に分布している。一方、導波管型導波路20の磁界H2は、例えば最低次のTEモード(TE₁₀モード)であるものとする、H面内においては管壁に沿って渦状に分布している。従って、導波管型導波路20のH面内において図示したように、TEM導波路10の結合窓11内での磁界H1の方向と、導波管型導波路20の磁界H2の方向とを一致させることにより、結合窓11の近傍で磁界結合がなされ、TEMモードからTEモードへの変換がなされる。

【0028】

図6～図8は、本発明の一実施の形態に係る高周波モジュールの第2の構成例を示している。図6は、図7および図8のBB線部分の断面に対応する。図7では、図面の簡略化のため、中間層の厚みを省略し、ハッチングを施している。この高周波モジュールは、図1～図3に示した高周波モジュールと同様、TEMモードと他のモードとの変換構造を有している。この高周波モジュールが、図1～図3に示した高周波モジュールと異なるのは、導波管型導波路30の部分である。この構成例では、導波管型導波路30が、本発明における「第2の導波路」の一具体例に対応する。

【0029】

導波管型導波路30は、2つの誘電体基板42、43と、これら誘電体基板42、43上に設けられた互いに対向する3層のグランド電極31、33、34と、これらグランド電極31、33、34の少なくとも2層間を導通する導通体としての複数のスルーホール32、45とを有している。下側グランド電極31は、下側の誘電体基板42の底面に一様に設けられている。上側グランド電極33は、上側の誘電体基板43の上面に一様に設けられている。中間グランド電極34は、誘電体基板42、43の間に設けられている。

【0030】

スルーホール 32, 45 は、伝搬される電磁波が漏れ出さないよう、所定値以下（例えば信号波長の $1/4$ 以下）の間隔で設けられている。スルーホール 32, 45 の内面は、メタライズされている。スルーホール 32, 45 の断面形状は、円形に限らず、多角形または楕円等、他の形状であっても良い。スルーホール 45 は、上側グランド電極 33 と中間グランド電極 34 とを導通している。スルーホール 32 は、下側グランド電極 31 と中間グランド電極 34 とを導通している。スルーホール 45 は、TEM 導波路 10 との接続位置 P1 の周囲を取り囲むように配置されている。

【0031】

この導波管型導波路 30 では、下側グランド電極 31、中間グランド電極 34 およびスルーホール 32 により囲まれた領域内を、例えば図の S 方向に電磁波が伝搬するようになっている。なお、導波管型導波路 30 は、その電磁波の伝搬領域が誘電体で満たされた誘電体導波管の構成であっても良いし、内部を空洞にしたキャビティ導波管の構成であっても良い。

【0032】

この構成例では、TEM 導波路 10 は、導波管型導波路 30 のグランド電極 31, 33, 34 の積層方向（Y 方向）に延在し、その端部が、上側グランド電極 33 を介して積層方向側から、中間グランド電極 34 に直接的に接続され、導通されるようになっている。このため、上側グランド電極 33 には、TEM 導波路 10 が挿通される挿通孔 44 が設けられている。また、中間グランド電極 34 には、TEM 導波路 10 との接続位置 P1 付近に結合調整用の結合窓 41 が設けられている。結合窓 41 は、中間グランド電極 34 を部分的に、例えば矩形状に切り欠いて形成されている。挿通孔 44 および結合窓 41 は、図 8 などから分かるようにスルーホール 45 に囲まれた領域内に設けられている。

【0033】

この構成例においても、TEM 導波路 10 は、導波管型導波路 30 の H 面において磁界結合されている。この高周波モジュールにおいて、TEM 導波路 10 と導波管型導波路 30 との接続部およびその近傍における H 面内での磁界分布は、

概略図 8 に示したようになる。接続部近傍における TEM 導波路 10 の磁界 H_1 は、上述の第 1 の構成例と同様、主に接続部周辺に設けられた結合窓 41 付近に分布している。一方、導波管型導波路 30 の磁界 H_2 は、例えば最低次の TE モード (TE₁₀ モード) であるものとする、H 面内においては管壁に沿って渦状に分布している。従って、導波管型導波路 30 の H 面内において図示したように、TEM 導波路 10 の結合窓 41 内での磁界 H_1 の方向と、導波管型導波路 30 の磁界 H_2 の方向とを一致させることにより、結合窓 41 の近傍で磁界結合がなされ、TEM モードから TE モードへの変換がなされる。

【0034】

このように、以上の各構成の高周波モジュールでは、第 1 の導波路としての TEM 導波路 10 に、TEM モードの電磁波が伝搬される。TEM モードの電磁波は、TEM モード以外のモードを伝搬する第 2 の導波路 (導波管型導波路 20, 30) へと伝搬される。第 1 の導波路と第 2 の導波路との接続部分においては、図 3 および図 8 に示したように、第 2 の導波路の H 面内において、第 1 の導波路に伝搬される電磁波の磁界 H_1 の方向と第 2 の導波路に伝搬される電磁波の磁界 H_2 の方向とが一致するように、磁界結合がなされ、これにより、TEM モードから他のモードへと変換がなされる。

【0035】

ここで、図 1 ～ 図 3 の第 1 の構成例を例に、磁界結合の度合いを調整する方法について説明する。

【0036】

まず、第 1 の調整方法として、結合窓 11 の幅 W (図 3) によって調整する方法がある。この場合、幅 W を短くすると、結合の度合いが弱くなるように作用する。

【0037】

次に、第 2 の調整方法として、導波管型導波路 20 における磁界の強度分布を考慮し、TEM 導波路 10 を接続する位置自体で調整する方法がある。図 9 (A), (B) に示したように、一般に多角形状の導波管 (キャビティ共振器) では、多角形状の各辺の中央付近で磁界強度が最大になる。なお図 9 (A), (B)

は、それぞれH面方向の断面形状が四角形状および三角形状の導波管における、H面内での磁界分布を示している。図中、ハッチングを施した領域が磁界強度が強い領域である。

【0038】

従って、図3に示したように、TEM導波路10を導波管型導波路20の辺（スルーホールによって22によって形成された側壁面）の中央付近で接続し、結合窓11もその周辺に設ければ、そこは磁界強度が強いので、結合の度合いが強くなる。一方、接続位置P1および結合窓11を、例えば図4（A）、（B）における矢印方向へ移動させ、辺の中央から離れた位置で結合すれば、それだけ結合の度合いが弱くなる。図4（A）は、接続位置P1および結合窓11を、辺の端部に配置した例であり、（B）は、管路の中心部に配置した例である。

【0039】

次に、第3の調整方法として、図5に示したように、結合窓11とは異なる位置に別途結合調整用の調整窓13を設ける方法がある。調整窓13は、結合窓11と同様、グランド電極23を部分的に例えば矩形状に切り欠いて形成されている。調整窓13は、例えば接続位置P1を挟んで結合窓11とは反対側の位置に配置される。

【0040】

この場合、接続位置P1周辺においては、TEM導波路10による磁界は、主に結合窓11と調整窓13との付近に分布する。そして、それらの磁界H11、H12は、逆向きになる。従って、結合窓11における磁界H11の方向は、導波管型導波路20の磁界H2の方向と一致する。一方、調整窓13における磁界H12の方向は、磁界H2の方向と逆向きになり、結合が打ち消される方向に働く。このため、結合窓11の幅W1と調整窓13の幅W2とを調節することにより、結合調整を行うことができる。例えば、結合窓11の幅W1を一定のまま、調整窓13の幅W2を大きくしていくと、結合はしだいに弱くなる。

【0041】

なお、以上の説明では、電磁波が第1の導波路から第2の導波路側へと伝搬されるものとしていたが、これとは逆に、電磁波が第2の導波路から第1の導波路

側へと伝搬されるようにしても良い。

【0042】

以上説明したように、本実施の形態によれば、第1の導波路の端部を、グラウンド電極の積層方向側から、直接的に第2の導波路のグラウンド電極のひとつに導通させ、かつ、第1の導波路と第2の導波路との磁界の方向を、H面内において一致させて磁界結合するようにしたので、各導波路間において、TEMモードとその他のモードとのモード変換を良好に行うことができる。

【0043】

また、本実施の形態によれば、第1の導波路を、グラウンド電極に直接または間接的に第2の導波路のグラウンド電極に導通させているので、その接続位置を変化させることなく、広い周波数帯域において最大効率での結合を行うことが可能である。

【0044】

このことを図10(A)、(B)に示した比較例のモード変換構造を参照して説明する。図10(A)は、このモード変換構造の平面図、図10(B)は側面方向の構成を示している。このモード変換構造では、第2の導波路320におけるグラウンド電極321の一部に結合窓322が形成されている。この第2の導波路320に、端部が開放（オープン）端となっているマイクロストリップ線路などの第1の導波路310を最大効率で結合させることを考える。この場合、図に示したように、第1の導波路310の開放端から $\lambda/4$ （ λ ；信号波長）の長さの所に結合窓322を位置させることで、結合の度合いが最大になる。しかし、このようなモード変換構造の場合、最大効率で結合させようとすると、信号周波数に応じて、第1の導波路310と結合窓322との位置関係を修正する必要がある。

【0045】

これに対し、本実施の形態のモード変換構造の場合、接続部分において、第1の導波路と第2の導波路とが直接導通されているので、信号周波数が変わったとしても、接続位置の調整をすることなく、常に最大効率で結合（モード変換）させることができる。すなわち、広帯域において最大効率での結合を行うことが可

能となる。

【0046】

[変形例]

次に、以上の高周波モジュール、ならびにモード変換構造および方法の変形例について説明する。

【0047】

<第1の変形例>

図11は、本変形例における高周波モジュールの構成を示している。図12には、この高周波モジュールの平面図を示す。図11では、図面の簡略化のため、最上層の厚みを省略し、ハッチングを施している。本変形例は、第2の導波路を多重モード（2重モード）の導波管型導波路90とした構成例である。この構成例では、2重モードの導波管型導波路90の信号の入出力部に、TEM導波路10が接続されるようになっている。

【0048】

導波管型導波路90は、誘電体基板72と、互いに対向するグラウンド電極91、93と、これらグラウンド電極91、93間を導通する導通体としての複数のスルーホール92とを有し、それらグラウンド電極91、93とスルーホール92とにより囲まれた領域内を、例えば図のS1、S2方向に電磁波が2つのモードで伝搬するようになっている。スルーホール92は、全体として例えば略正形状に配列されている。

【0049】

TEM導波路10と導波管型導波路90との接続構造は、基本的に、図1～図3に示した第1の構成例と同様であり、導波管型導波路90において、TEM導波路10との接続位置P11、P12付近には、TEM導波路10との結合調整用の結合窓71、81が設けられている。図の例では、上側のグラウンド電極93に結合窓71、81を設け、TEM導波路10をその周辺に結合するようにしている。なお、結合窓71、81を下側のグラウンド電極91に設け、TEM導波路10を下側のグラウンド電極91側に結合するようにしても良い。

【0050】

本変形例においても、TEM導波路10は、導波管型導波路90のグランド電極91、93の積層方向（Y方向）に延在し、その端部が、積層方向側から、ひとつのグランド電極93に直接的に接続され、導通される。また、TEM導波路10は、導波管型導波路90のH面において磁界結合されている。本変形例では、例えば接続位置P11側に信号が入力され、接続位置P12側から信号が出力される。

【0051】

図13（A）、（B）に、この導波管型導波路90の2つのモードにおける磁界分布を示す。この導波管型導波路90では、構造的な対称面96に対して平行に磁界分布が生じる第1のモード（図13（A））と、対称面96に対して垂直に磁界分布が生じる第2のモード（図13（B））とが存在する。また、この導波管型導波路90では、対称面96とは反対側の対角位置94、95において、電磁波の伝搬領域の形状を変えることにより、信号周波数の帯域を調整することができる。例えば、伝搬領域の形状を、図示したように角を削り取ったような形状にすることにより、帯域を広げることができる。

【0052】

なお、2重モードの導波路は、以上の構成以外にも種々のものがある。例えば、図14（A）、（B）に示したような2つの磁界分布モードで励振するような導波路がある。この導波路においても、構造的な対称面97に対して平行に磁界分布が生じる第1のモード（図14（B））と、対称面96に対して垂直に磁界分布が生じる第2のモード（図14（A））とが存在する。このように他の構成の2重モードの導波路に対しても、本実施の形態のモード変換構造を適用することが可能である。

【0053】

このように、本変形例によれば、2重モードの導波管型導波路90に対してもTEMモードの導波路を接続し、TEMモードと他のモード間との変換を行うことができる。

【0054】

<第2の変形例>

図15～図17は、本変形例における高周波モジュールの構成を示している。図15では、図面の簡略化のため、中間層の厚みを省略し、ハッチングを施している。図17は、図15におけるCC線部分の断面に対応する。

【0055】

これまでの各構成例の高周波モジュールでは、第2の導波路側における電磁波の伝搬領域はひとつだけであったが、本変形例では、第2の導波路としての多層構造の導波管型導波路60が、電磁波の伝搬領域を複数有している。

【0056】

導波管型導波路60は、2つの誘電体基板52、53と、これら誘電体基板52、53上に設けられた互いに対向する3層のグランド電極61、63、64と、これらグランド電極61、63、64の少なくとも2層間を導通する導通体としての複数のスルーホール55、62とを有している。下側グランド電極61は、下側の誘電体基板52の底面に一様に設けられている。上側グランド電極63は、上側の誘電体基板53の上面に一様に設けられている。中間グランド電極64は、誘電体基板52、53の間に一様に設けられている。これら下側グランド電極61、中間グランド電極64、および上側グランド電極63の各層の平面構成を、それぞれ図16(A)～(C)に示す。

【0057】

スルーホール55、62は、伝搬される電磁波が漏れ出さないよう、所定値以下（例えば信号波長の $1/4$ 以下）の間隔で設けられている。スルーホール55、62の内面は、メタライズされている。スルーホール55、62の断面形状は、円形に限らず、多角形または楕円等、他の形状であっても良い。スルーホール62は、上側グランド電極63と中間グランド電極64とを導通している。スルーホール55は、下側グランド電極61と中間グランド電極64とを導通している。スルーホール62は、上側グランド電極63と中間グランド電極64との間で、例えばH字状に配置されている。スルーホール55は、例えば、TEM導波路10との接続位置P21の周囲を取り囲むように配置されている。

【0058】

この導波管型導波路60では、上側グランド電極63、中間グランド電極64

およびスルーホール 62 により囲まれた 2 つの伝搬領域 50A, 50B 内を、異なる方向 S11, S12 に電磁波が伝搬するようになっている。なお、この導波管型導波路 60 は、その電磁波の伝搬領域 50A, 50B が誘電体で満たされた誘電体導波管の構成であっても良いし、内部を空洞にしたキャビティ導波管の構成であっても良い。

【0059】

この構成例では、TEM 導波路 10 は、導波管型導波路 60 のグランド電極 61, 63, 64 の積層方向 (Y 方向) に延在し、その端部が、下側グランド電極 61 を介して積層方向側から、中間グランド電極 64 に直接的に接続され、導通されるようになっている。このため、下側グランド電極 61 には、TEM 導波路 10 が挿通される挿通孔 54 が設けられている。また、中間グランド電極 64 には、TEM 導波路 10 との接続位置 P21 付近に結合調整用の結合窓 51A, 51B が設けられている。結合窓 51A, 51B は、中間グランド電極 64 を部分的に、例えば矩形状に切り欠いて形成されている。挿通孔 54 および結合窓 51A, 51B は、スルーホール 55 に囲まれた領域内に設けられている。

【0060】

本変形例では、接続位置 P21 が、中間グランド電極 64 における 2 つの伝搬領域 50A, 50B の境界部分に設定されている。また、結合窓 51A が、第 1 の伝搬領域 50A に対応する位置に設けられ、結合窓 51B が、第 2 の伝搬領域 50B に対応する位置に設けられている。これらの構造により、TEM 導波路 10 が、2 つの伝搬領域 50A, 50B のそれぞれの H 面において磁界結合され、TEM 導波路 10 を伝搬した電磁波が、2 つの伝搬領域 50A, 50B に分岐して伝搬されるようになっている。

【0061】

すなわち、図 16 (B) に示したように、接続位置 P21 周辺においては、TEM 導波路 10 による磁界は、主に結合窓 51A, 51B の付近に分布する。そして、それらの磁界 H11, H12 は、逆向きになる。ここで、接続部分において、導波管型導波路 60 の各伝搬領域 50A, 50B における磁界 H21, 22 の方向を、TEM 導波路 10 の磁界 H11, H12 の方向と同じになるように設

定すれば、各伝搬領域 50A, 50B のそれぞれの H 面内において、良好に磁界結合がなされ、TEM モードから他のモードへの変換がなされる。

【0062】

本変形例によれば、TEM モードで伝搬されたひとつの高周波信号を、他のモードで複数に分岐して伝搬することができる。この変形例のモード変換構造は、デュプレクサなどに好適に用いることができる。

【0063】

なお、本発明は、以上の実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、上記実施の形態では、第 2 の導波路（導波管型導波路）におけるグラウンド電極間を導通する構造として、スルーホールを用いた例を挙げたが、スルーホールとは異なる構造の導通体を用いるようにしても良い。例えば、スルーホールに代えて溝状の構造部分を設け、その内面をメタライズして金属壁とするような構成にしても良い。このような金属壁は、例えばマイクロマシン工法により作成することができる。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の高周波モジュール、モード変換構造、または、モード変換方法によれば、第 1 の導波路の端部を、グラウンド電極の積層方向側から、直接的に第 2 の導波路のグラウンド電極のひとつに導通させ、かつ、第 1 の導波路と第 2 の導波路とを、第 1 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向と第 2 の導波路に伝搬される電磁波の磁界の方向とが一致するように、第 2 の導波路の H 面において磁界結合させるようにしたので、各導波路間において、TEM モードとその他のモードとのモード変換を良好に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る高周波モジュールの一構成例を示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した高周波モジュールの斜視図である。

【図 3】

図 1 に示した高周波モジュールの平面図である。

【図 4】

図 1 に示した高周波モジュールにおける結合調整の説明図である。

【図 5】

図 1 に示した高周波モジュールにおける結合調整の他の説明図である。

【図 6】

本発明の一実施の形態に係る高周波モジュールの他の構成例を示す断面図である。

【図 7】

図 6 に示した高周波モジュールの斜視図である。

【図 8】

図 6 に示した高周波モジュールにおける中間層の平面図である。

【図 9】

多角形状の導波管における磁界分布の例を示す説明図である。

【図 10】

本発明の一実施の形態に係る高周波モジュールに対する比較例を示す説明図である。

【図 11】

第 1 の変形例の高周波モジュールの構成を示す斜視図である。

【図 12】

図 11 に示した高周波モジュールの平面図である。

【図 13】

図 11 に示した高周波モジュールにおける磁界分布のモードを示す説明図である。

【図 14】

2 重モードの他の例を示す説明図である。

【図 15】

第 2 の変形例の高周波モジュールの構成を示す斜視図である。

【図 1 6】

図 1 5 に示した高周波モジュールにおける各層の構成を示す平面図である。

【図 1 7】

図 1 5 に示した高周波モジュールの断面図である。

【図 1 8】

TE モードの導波管における電磁界分布の説明図である。

【図 1 9】

TE モードの導波管における E 面内での電磁界分布を示す説明図である。

【図 2 0】

TM モードの導波管における電磁界分布の説明図である。

【図 2 1】

マイクロストリップ線路および同軸線路の構成図である。

【図 2 2】

マイクロストリップ線路および同軸線路における TEM モードの電磁界分布を示す説明図である。

【図 2 3】

従来のマイクロストリップ線路と導波管との接続構造の例を示す斜視図である。

【図 2 4】

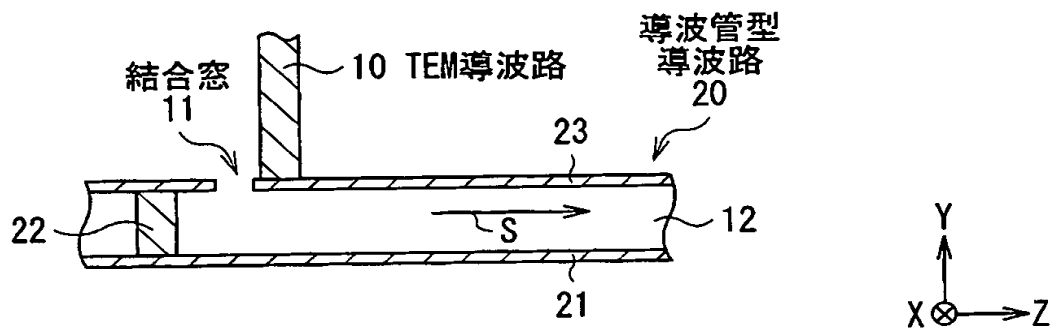
図 2 3 に示した接続構造における電界分布を示す説明図である。

【符号の説明】

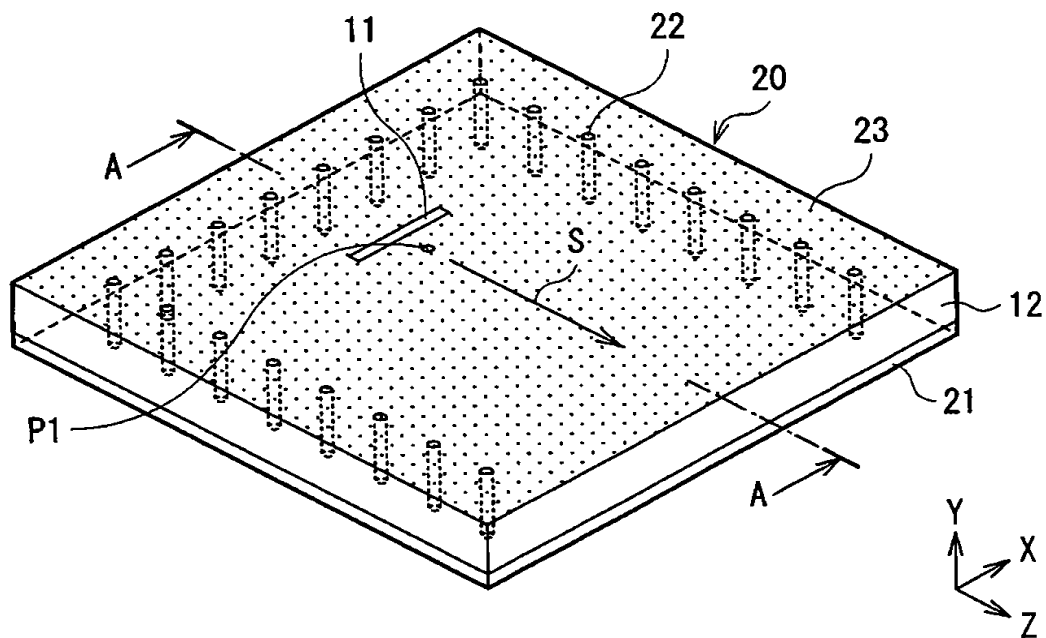
1 0 … TEM 導波路、1 1, 4 1, 5 1 A, 5 1 B, 7 1, 8 1 … 結合窓、2 0, 3 0, 6 0, 9 0 … 導波管型導波路、1 5, 2 2, 4 2 … スルーホール。

【書類名】 図面

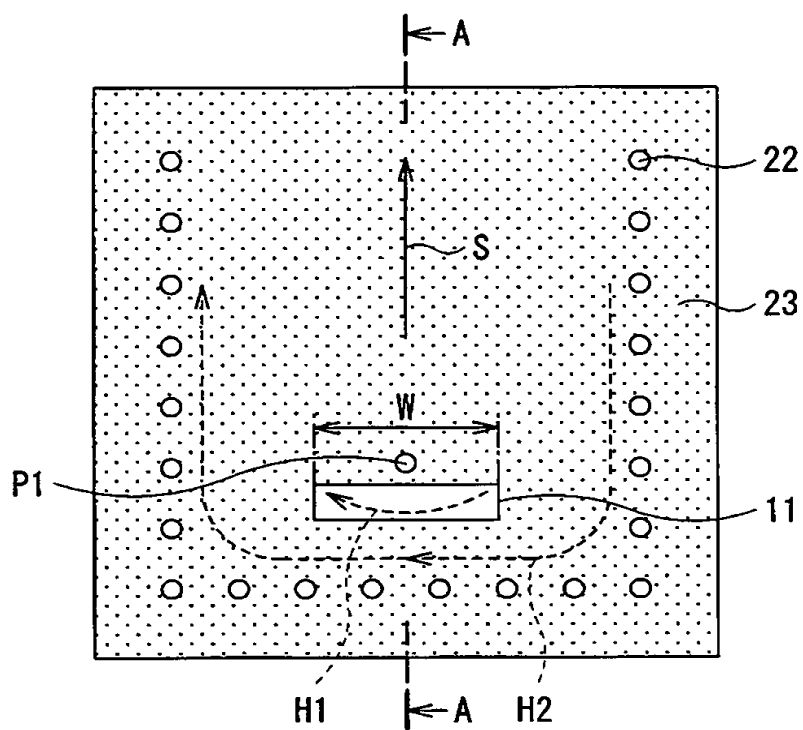
【図 1】



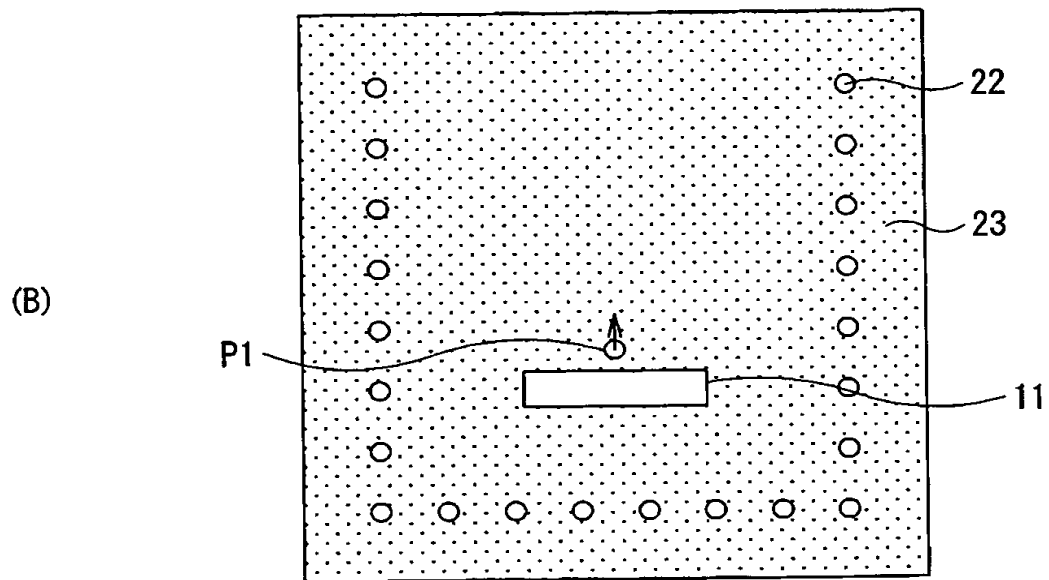
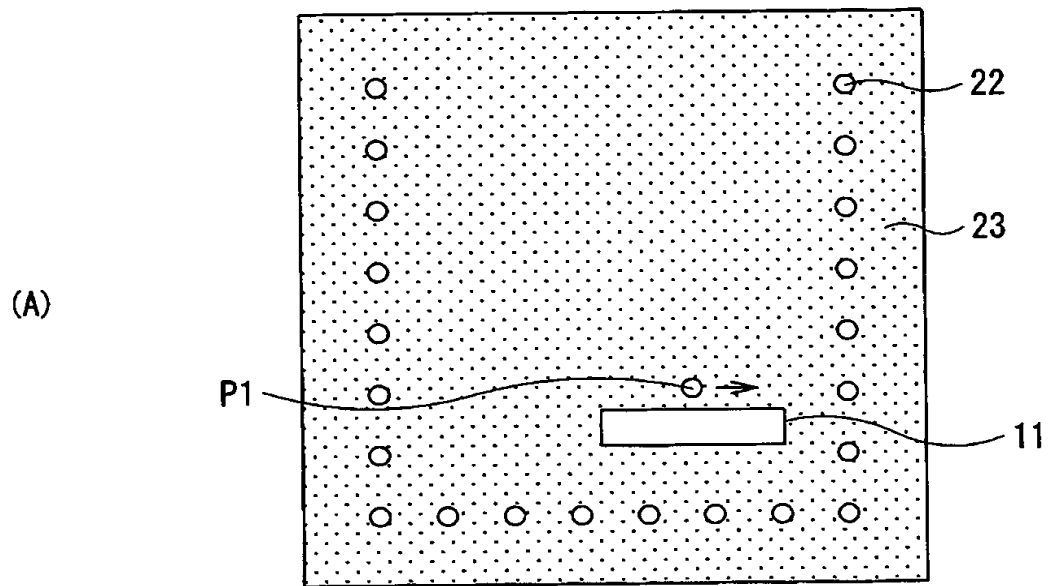
【図 2】



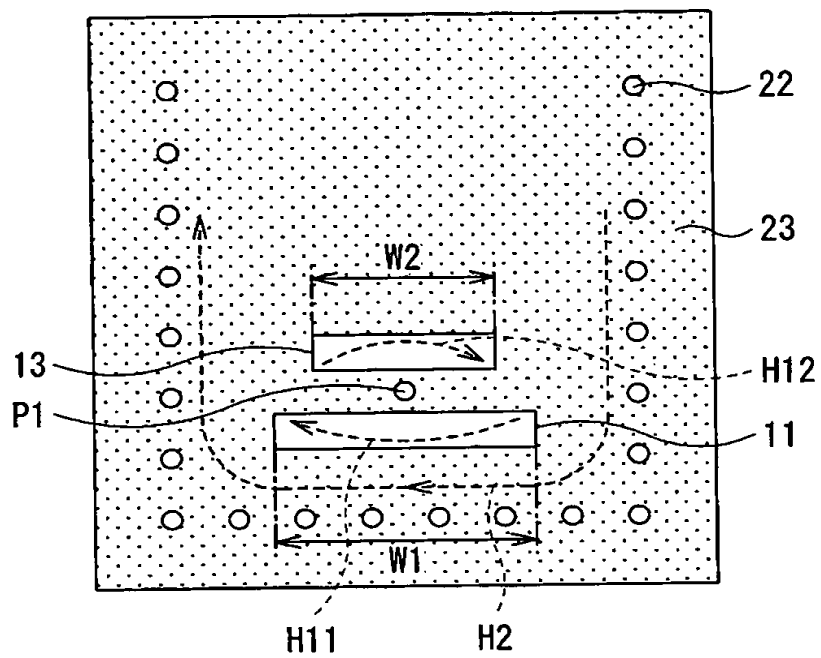
【図 3】



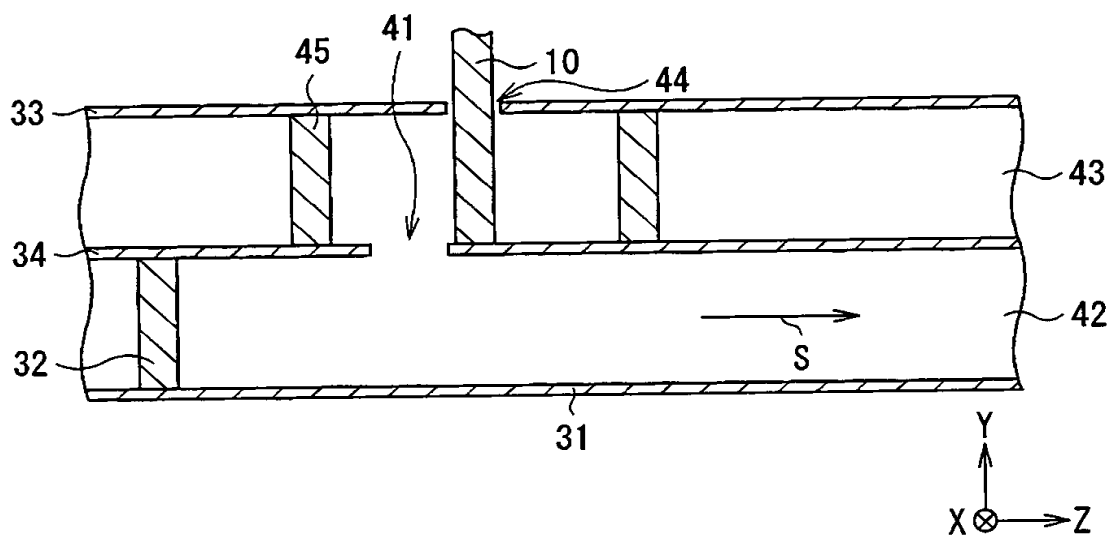
【図 4】



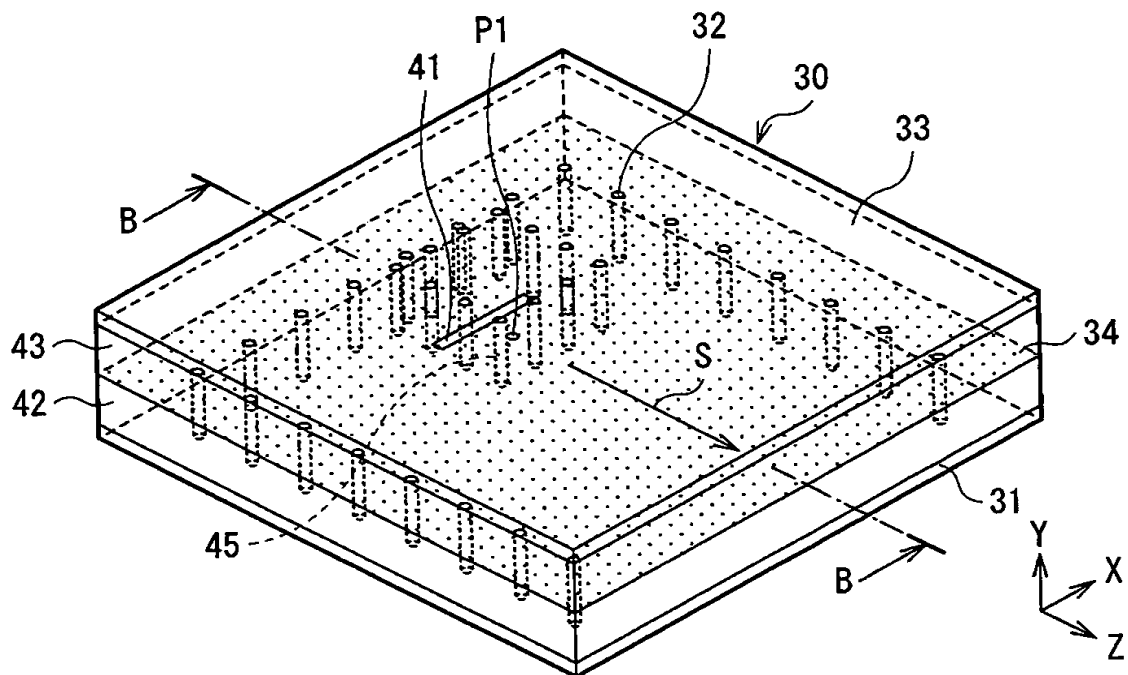
【図 5】



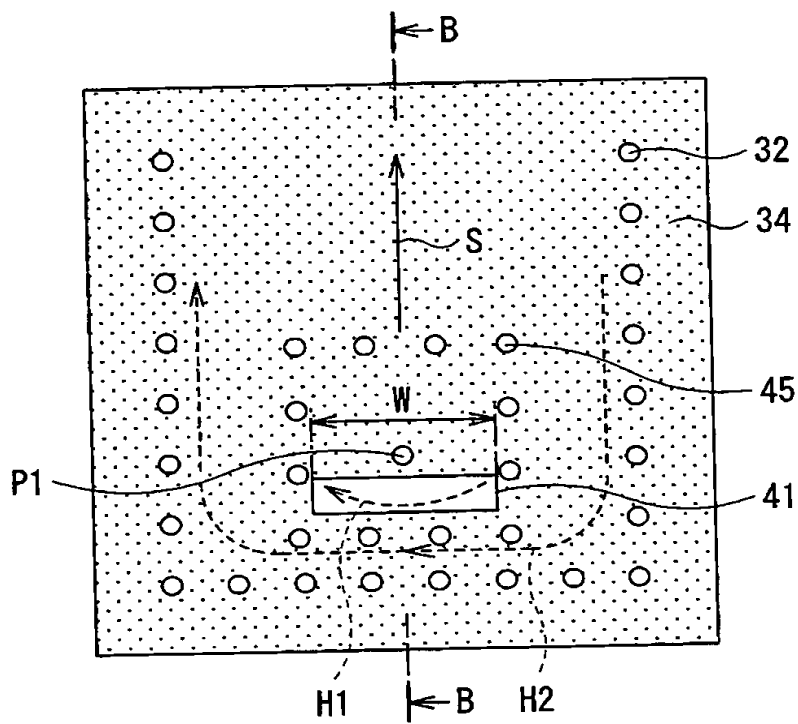
【図 6】



【図 7】

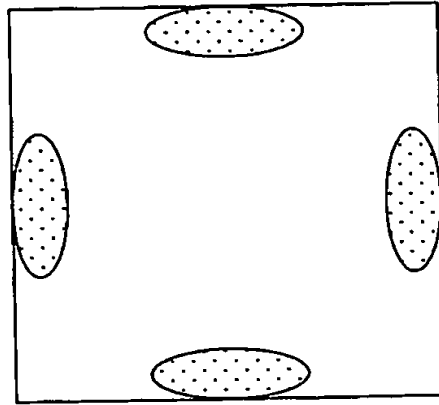


【図 8】

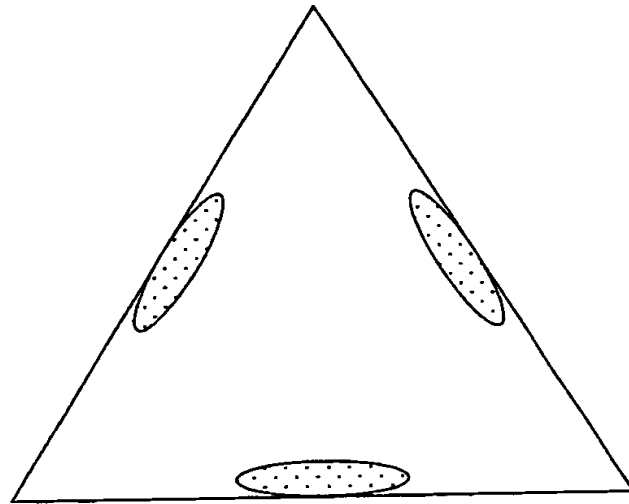


【図 9】

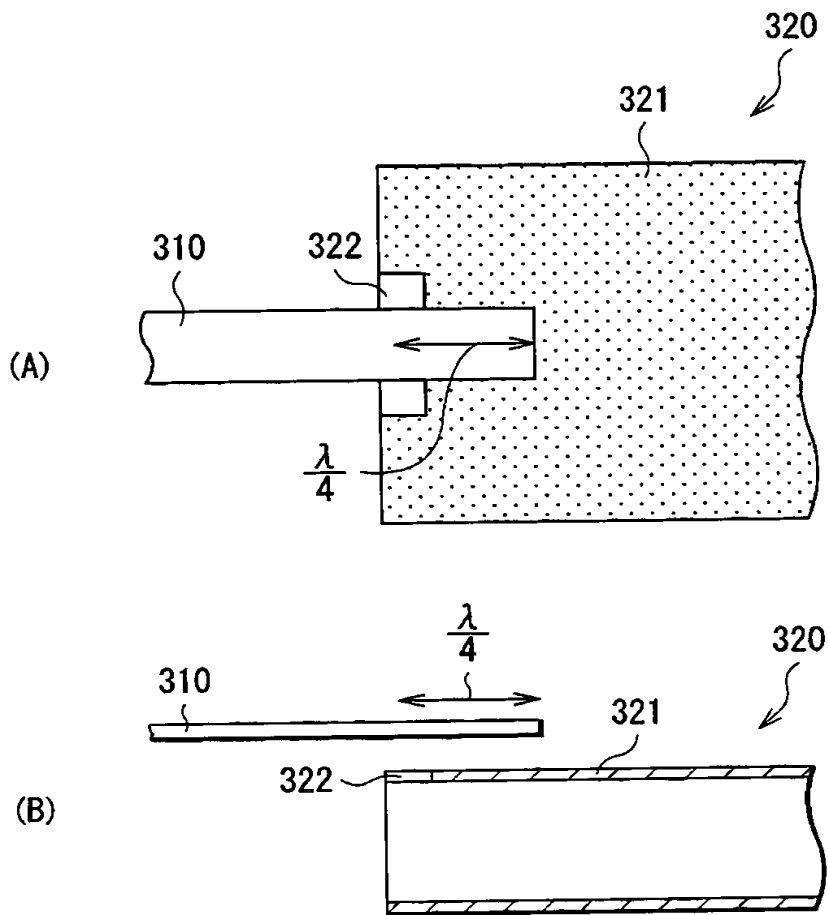
(A)



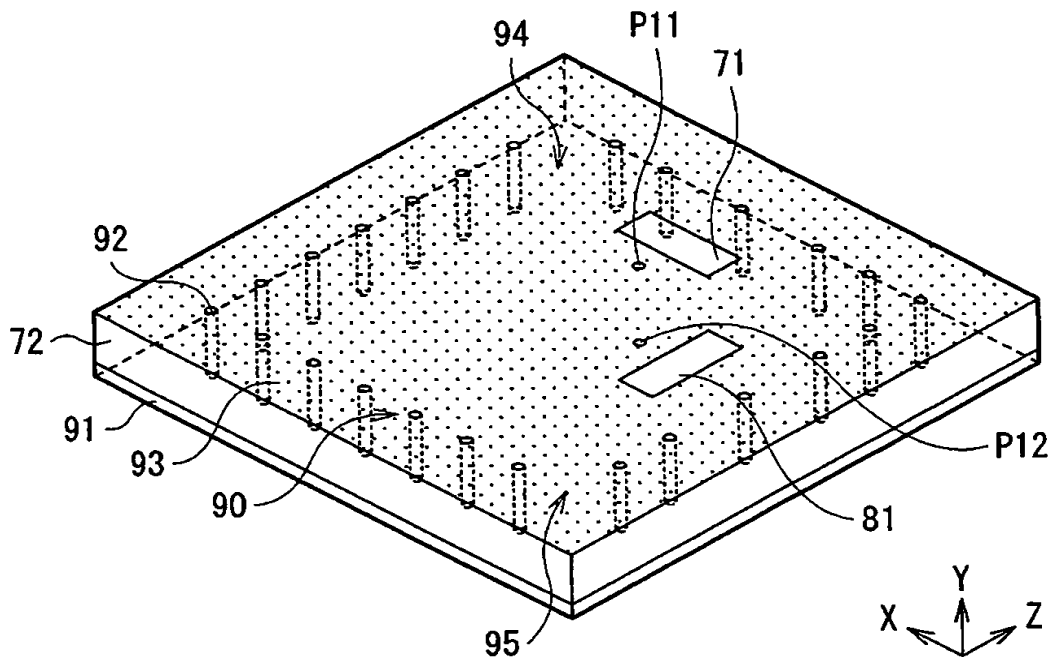
(B)



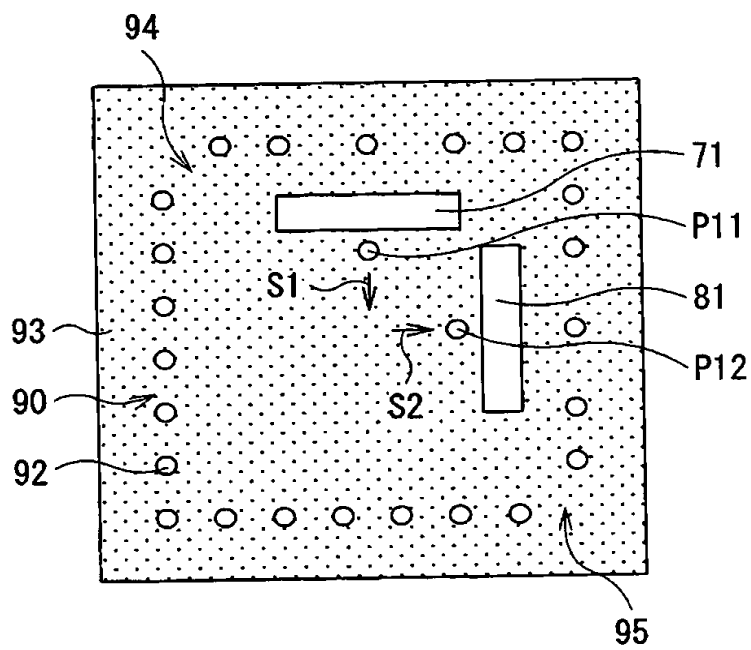
【図 10】



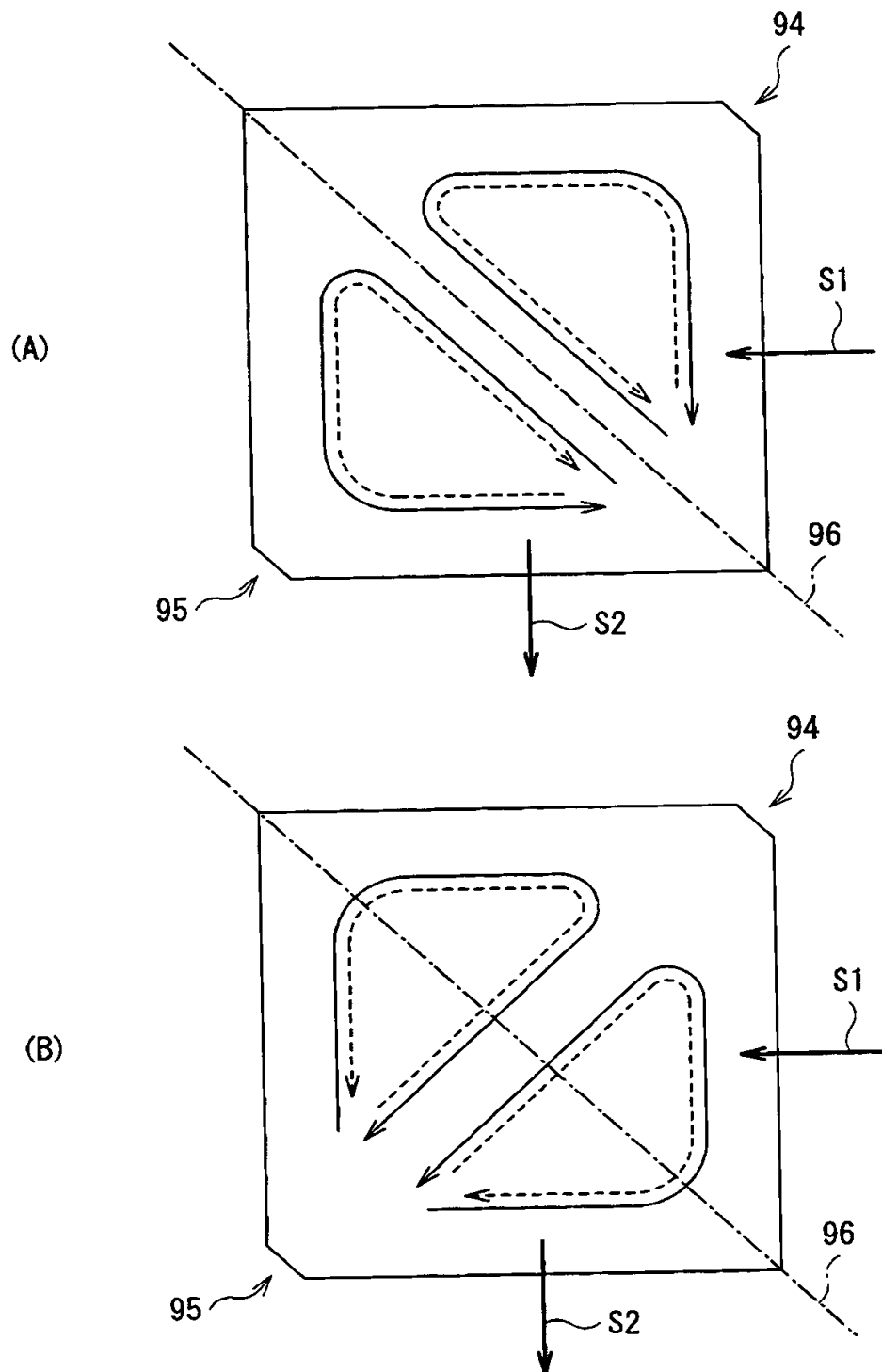
【図 1 1】



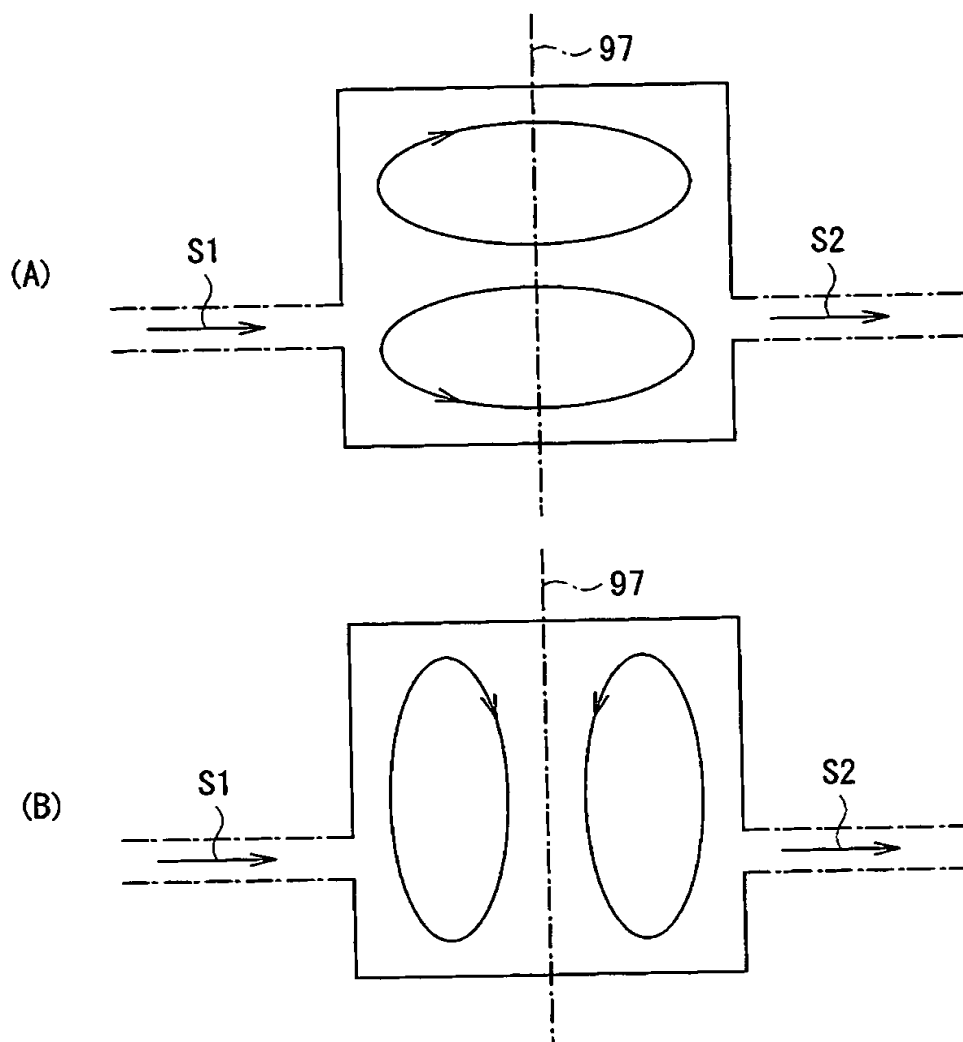
【図 1 2】



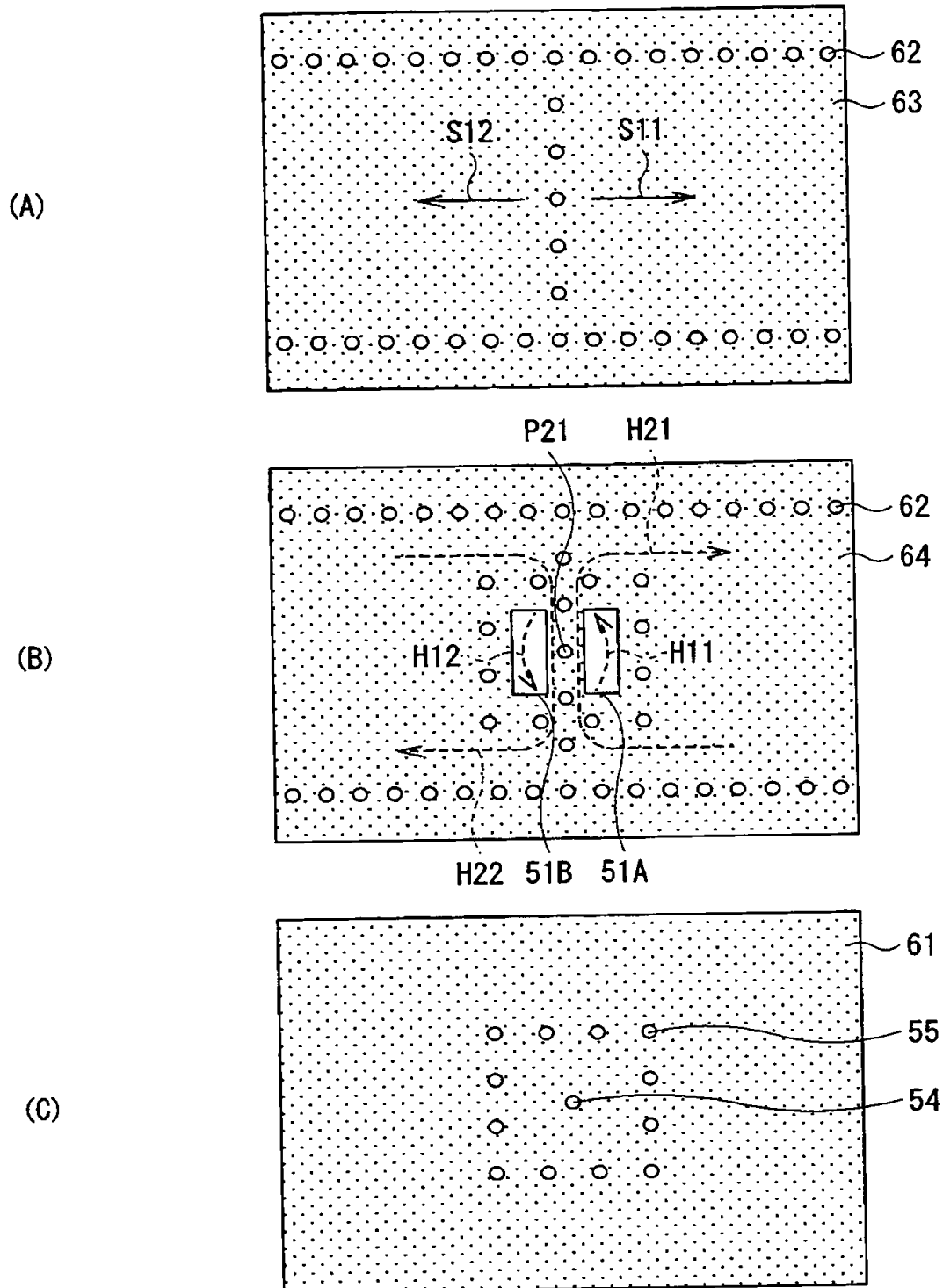
【図 13】



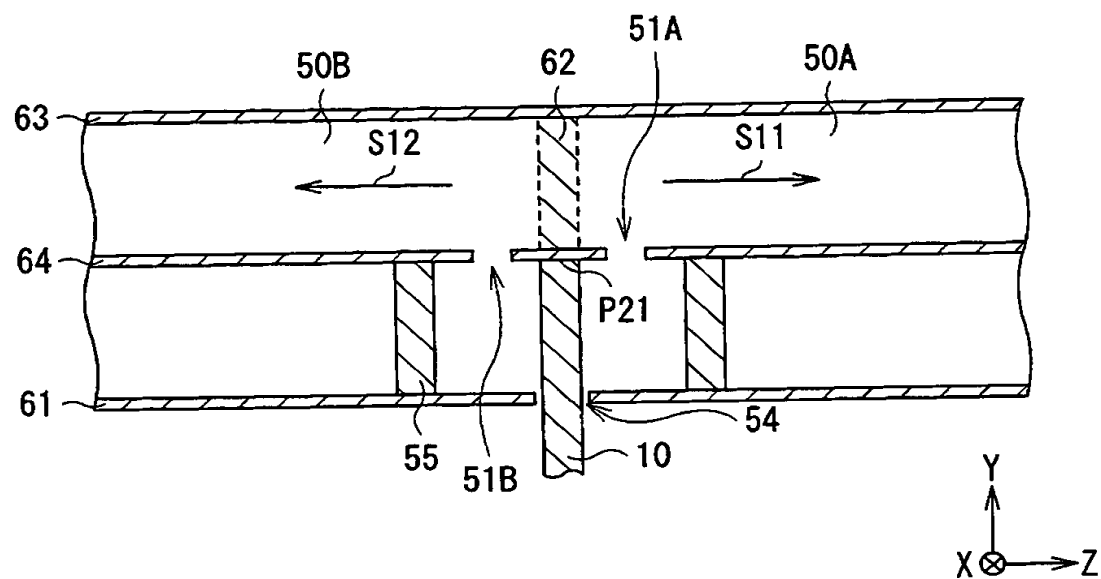
【図 14】



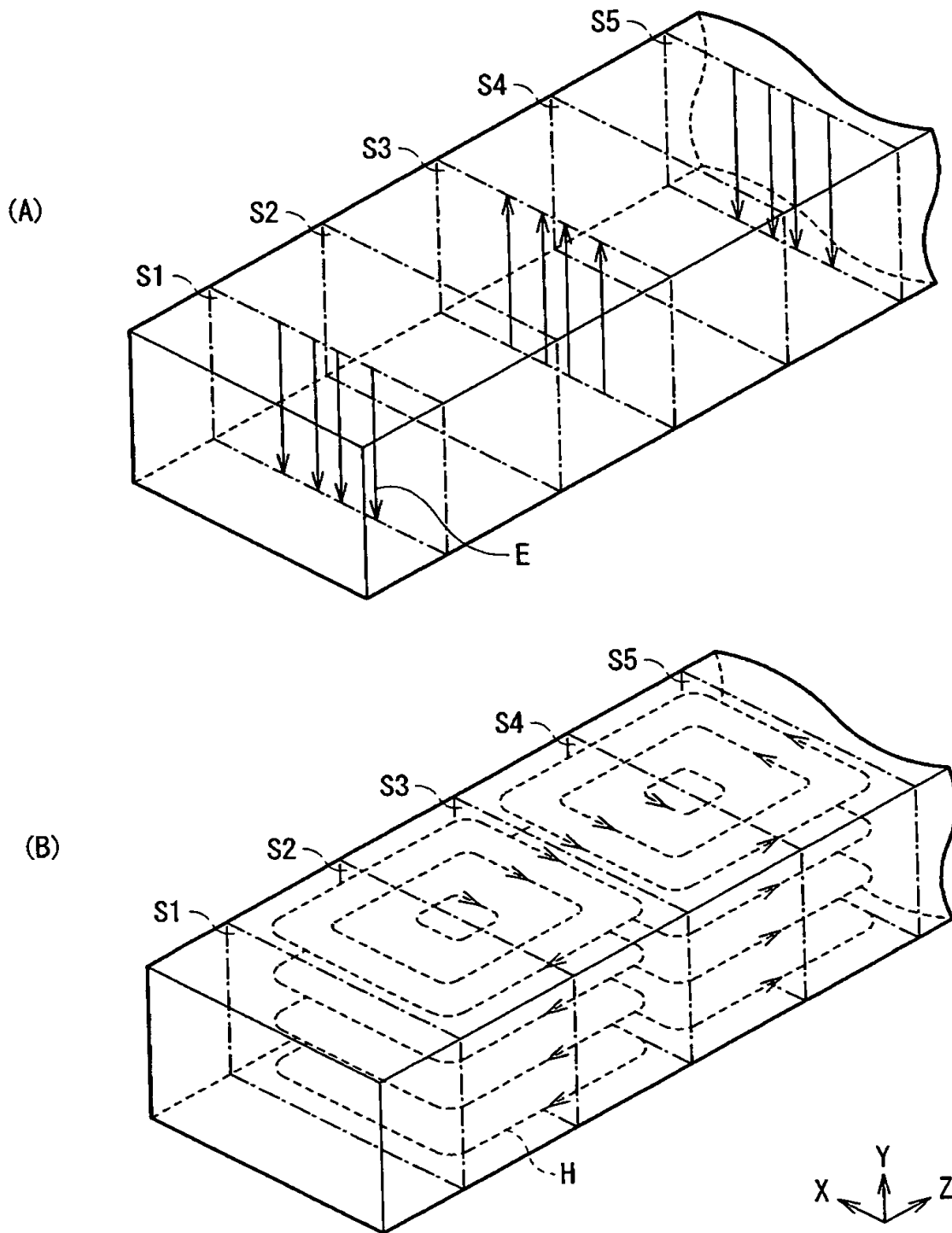
【図 16】



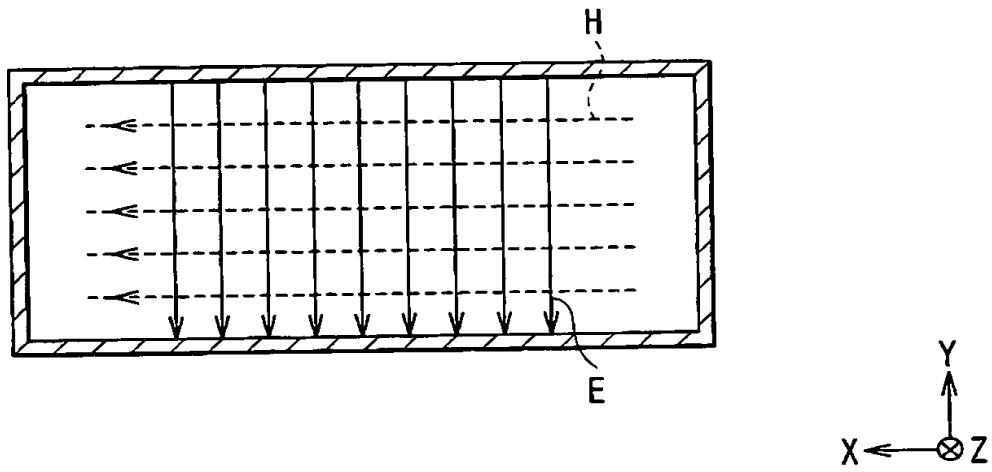
【図 17】



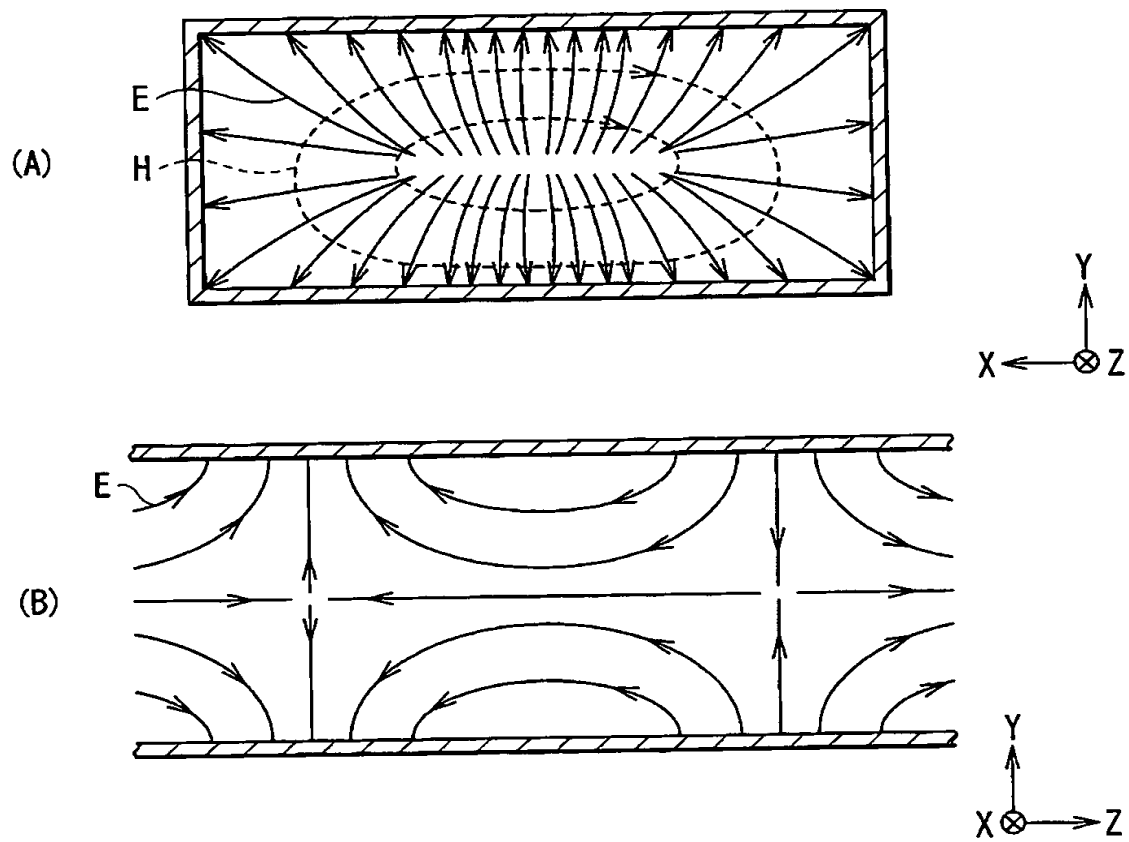
【図 18】



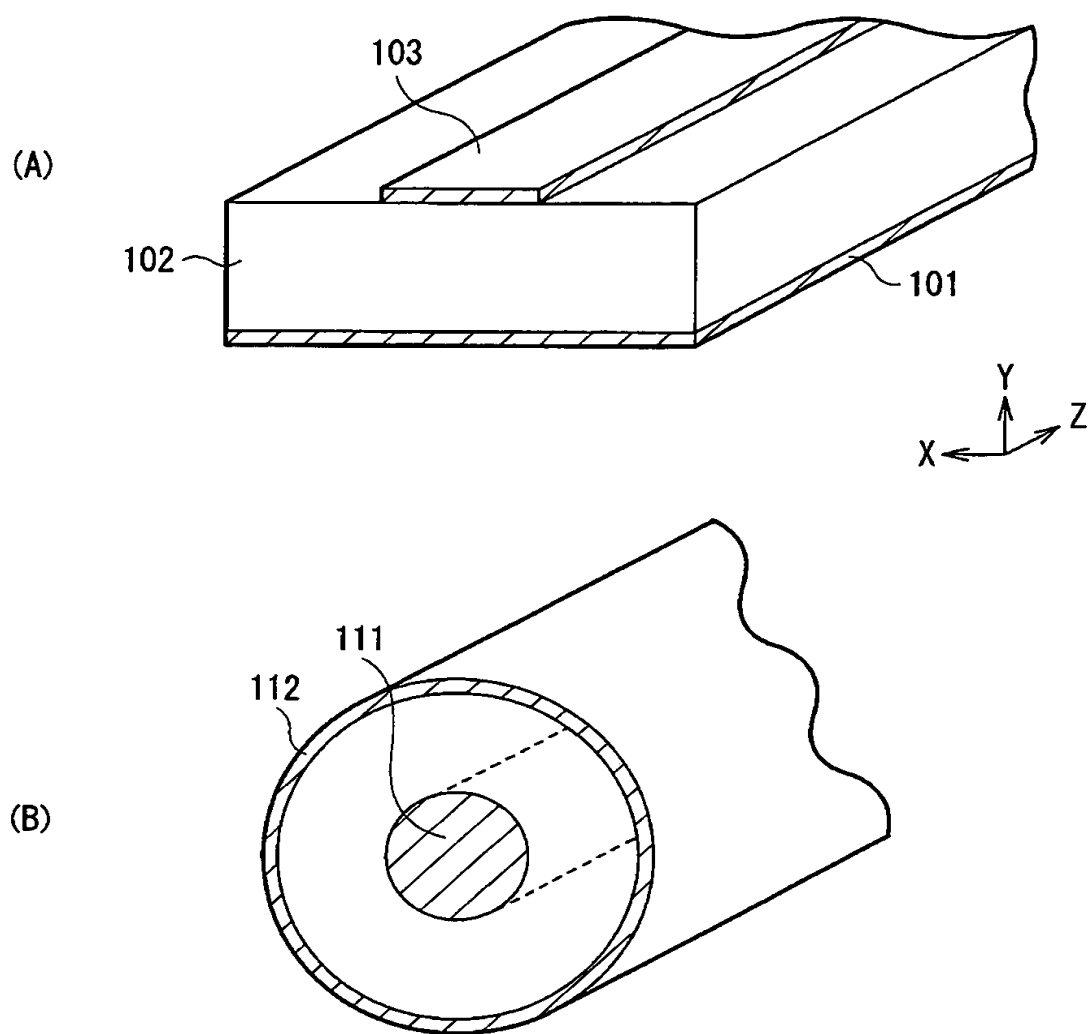
【図 19】



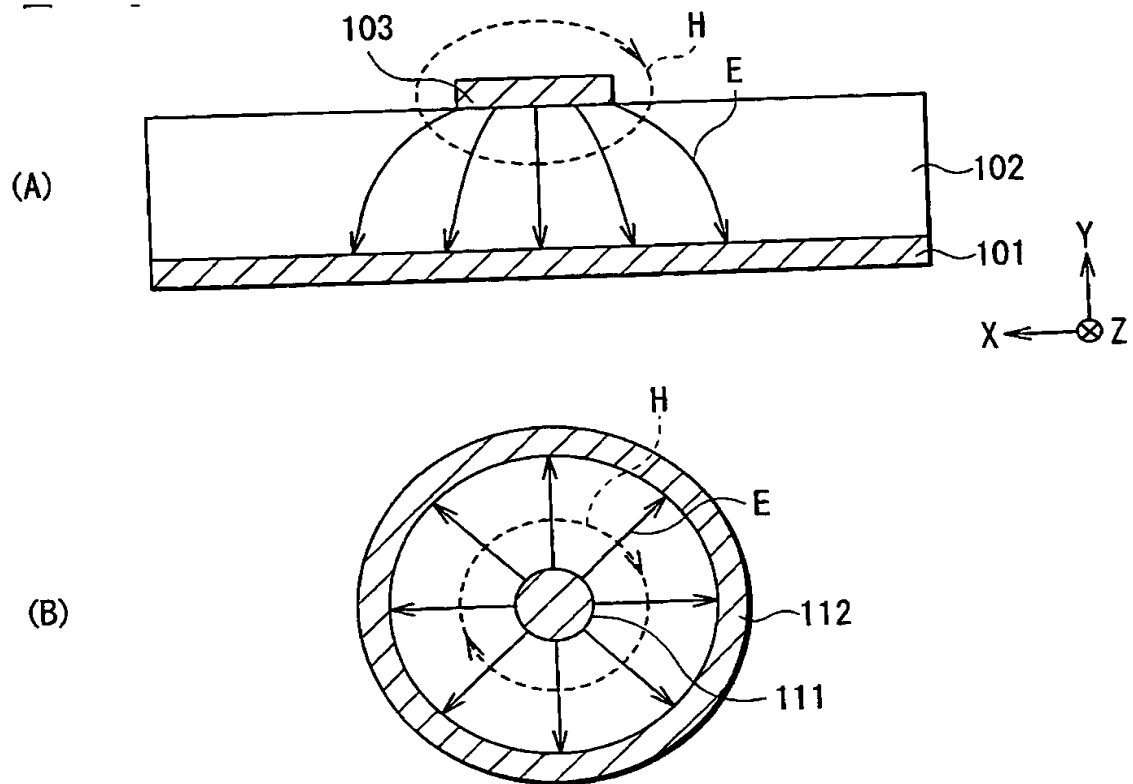
【図 20】



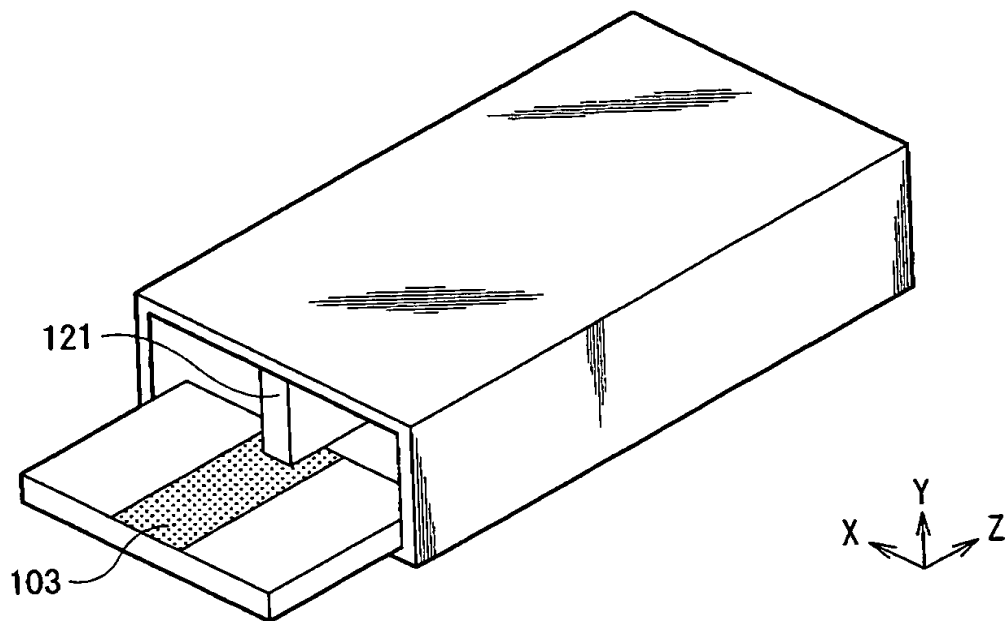
【図 21】



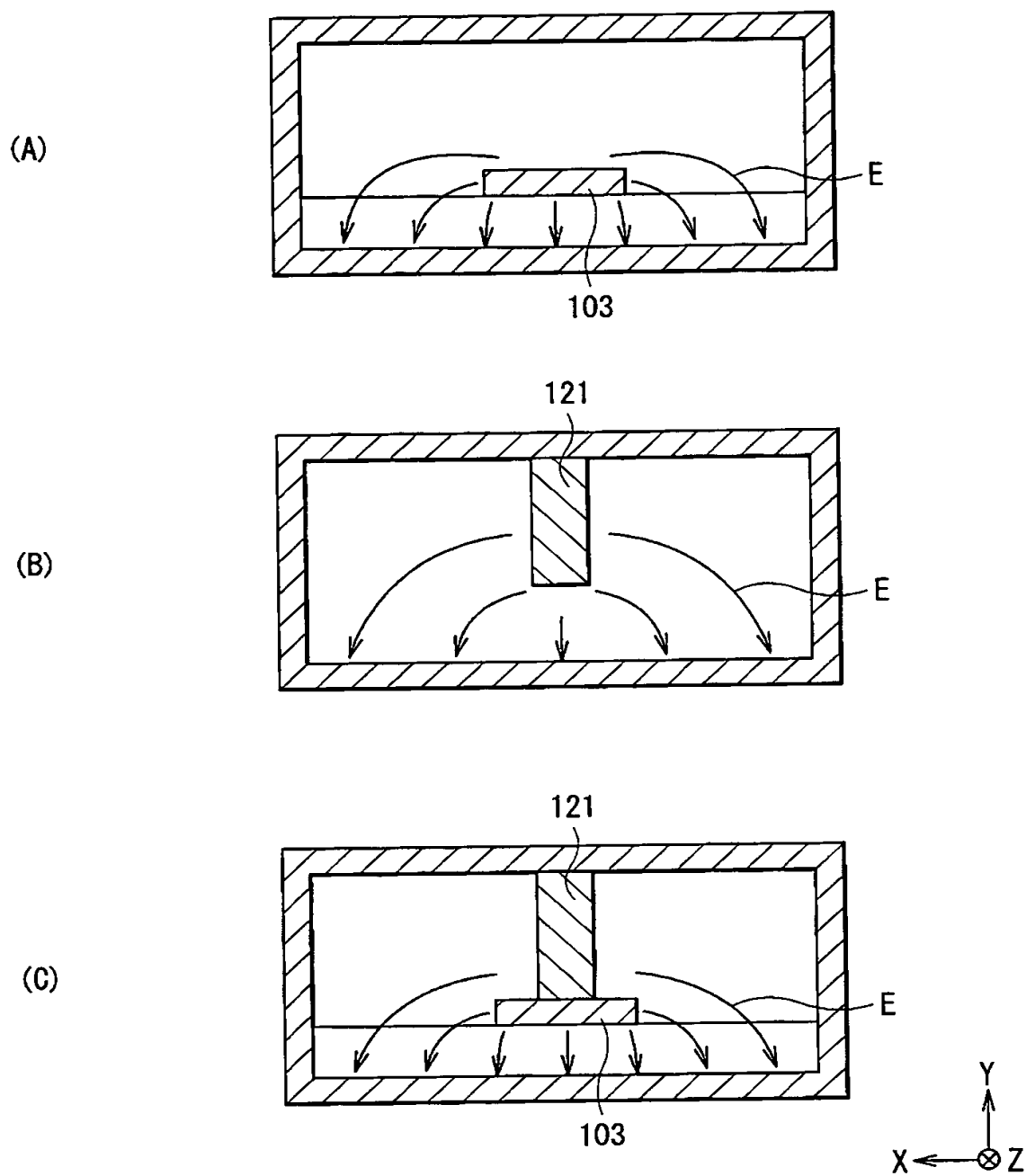
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の導波路間において、TEMモードとその他のモードとのモード変換を良好に行うことができるようにする。

【解決手段】 TEMモードの電磁波を伝搬する第1の導波路としてのTEM導波路10と、この第1の導波路に結合され、TEMモードとは異なる他のモードの電磁波を伝搬する第2の導波路としての多層構造の導波管型導波路20とを備えている。第1の導波路の端部は、グランド電極の積層方向側から、直接的に第2の導波路のグランド電極のひとつに導通されている。第1の導波路と第2の導波路との磁界の方向を、H面内において一致させて磁界結合するようにしたので、各導波路間において、TEMモードとその他のモードとのモード変換を良好に行うことができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 1 3 8 5 3
受付番号	5 0 2 0 1 6 2 8 9 5 6
書類名	特許願
担当官	小野寺 光子 1 7 2 1
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 1 1 日

＜認定情報・付加情報＞

【特許出願人】

【識別番号】	000003067
【住所又は居所】	東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
【氏名又は名称】	ティーディーケイ株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	三反崎 泰司

【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	藤島 洋一郎

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 8 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
氏 名 ティーディーケイ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 6 月 2 7 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
氏 名 T D K 株式会社